

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ,  
ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ  
Завідувач випускової кафедри  
\_\_\_\_\_ В.Ф. Фролов  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

**ДИПЛОМНА РОБОТА**  
**(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)**

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 101 «ЕКОЛОГІЯ»  
ОПП «ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА»

**Тема: «Застосування БПЛА для екологічного моніторингу**  
**Дністровського каньйону»**

Виконавець: студент групи ЕК-401 Клименко Роман Русланович  
(студент, група, прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник: доктор технічних наук, професор Фролов Валерій Федорович  
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Нормоконтролер:

(підпис) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Явнюк А. А.  
(п.і.б.)

КИЇВ 2020

# НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій

Кафедра екології

Спеціальність, освітньо-професійна програма: спеціальність 101 «Екологія»,  
ОПП «Екологія та охорона навколишнього середовища»

(шифр, найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Фролов В.Ф.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

## ЗАВДАННЯ

**на виконання дипломної роботи**

Клименка Романа Руслановича

1. Тема роботи «Застосування БПЛА для екологічного моніторингу Дністровського каньйону»  
затверджена наказом ректора від «27» квітня 2020 р. №527/ст.
2. Термін виконання роботи: з 30.04.2020 р. по 16.06.2020р.
3. Вихідні дані роботи: знімки, зібранні данні , спостереження та аналіз дії БПЛА у роботі.
4. Зміст пояснювальної записки: характеристика екологічного стану Дністровського каньйону. З'ясування актуальності використання БПЛА у екологічному моніторингу.
5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: таблиці, рисунки.

## 6. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1	Огляд та збір теоретичних матеріалів	27.04.2020 – 19.05.2020	
2	Визначення матеріалів та об'єкту дослідження	10.05.2020 – 20.05.2020	
3	Аналіз результатів	21.05.2020 – 31.05.2020	
4	Підготовка висновків	01.06.2020 – 04.06.2020	
5	Передзахист дипломної роботи	05.06.2020	
6	Оформлення дипломної роботи	06.06.2020-14.06.2020	
7	Захист дипломної роботи	16.06.2020	

7. Дата видачі завдання: «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Керівник дипломної роботи (проекту): \_\_\_\_\_ Фролов В.Ф.  
(підпис керівника) (П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання: \_\_\_\_\_  
(підпис випускника) (П.І.Б.)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Екологічна оцінка стану ґрунтових вод у зоні впливу аеропорту»: 47 с., 8 рис., 1 табл., 11 літературних джерел.

Об'єкт дослідження: аналіз актуальності використання БПЛА на прикладі дослідження Дністровського каньйону.

Мета роботи: Підвищення рівня екологічної безпеки за рахунок удосконалення технологічного прогресу та устаткування бортового обладнання дистанційно пілотованого літального апарату.

Методи дослідження: метод екологічного моніторингу, картографічні методи, використання БПЛА.

Результати дипломної роботи рекомендується використовувати під час проведення наукових досліджень екологічного стану територій і в практичній діяльності.

БЕЗПЛОТНИЙ ЛІТАЮЧИЙ АПАРАТ, ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ,  
ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА, АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ

## ЗМІСТ

<b>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ.....</b>	<b>6</b>
<b>ВСТУП.....</b>	<b>7</b>
<b>РОЗДІЛ 1. Екологічний моніторинг.....</b>	<b>8</b>
1.1 Класифікація .....	8
1.2 Рівні моніторингу .....	10
1.3 Оцінка стану навколишнього середовища.....	11
<b>РОЗДІЛ 2. Безпілотні літаючі апарати .....</b>	<b>14</b>
2.1 Засоби та способи управління БПЛА.....	16
2.2 Типи БПЛА.....	17
2.3 Сфери використання БПЛА.....	20
2.4 Використання БПЛА у екологічному моніторингу.....	23
<b>РОЗДІЛ 3. Екологічний моніторинг Дністровського району.....</b>	<b>28</b>
3.1 Дністровський каньйон.....	28
3.2 Екологічний стан Дністровського району.....	30
3.3 Дослідження переваг використання БПЛА у екологічному моніторингу .....	36
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>42</b>
<b>СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ .....</b>	<b>43</b>

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ**

БПЛА – безпілотний літаючий апарат

ГДК – гранично-допустима концентрація;

км<sup>2</sup> - кілометр квадратний

Квадрокоптер (коптер) – БПЛА з 4 несучими гвинтами

ІЧ – інфрачервоний

## ВСТУП

**Актуальність теми.** У період інтенсивного розвитку економічної та виробничої діяльності необхідно оцінити вплив та визначити ступінь впливу на довкілля регіону від промислового виробництва. Щоб врахувати антропогенний вплив, необхідно спочатку знати масштаби та глибину впливу на середовище існування та зміни біосфери Землі. Це призводить до необхідності екологічного моніторингу регіону з можливістю подальшої екологічної оцінки та прогнозування. Термін «моніторинг» був введений у 1974 р., який вивчав стан довкілля та, насамперед, забруднення та процеси, що впливають на біосферу. У той же час моніторинг означає складну систему регулярних тривалих спостережень у просторі та часі, яка надає інформацію про минулий та сучасний стан навколишнього середовища. Так само система моніторингу дозволяє прогнозувати зміни параметрів навколишнього середовища під антропогенним впливом, які мають важливе значення для біоти.

### **Мета і завдання виконання дипломної роботи.**

Мета роботи – оцінити стан навколишнього середовища Дністровського каньйону та його околиць, вияснити актуальність використання БПЛА у екологічному моніторингу.

Завдання роботи: підтримання технологічного прогресу, а використання нових технологій у сфері екології.

**Предмет дослідження** – екологічний моніторинг навколишнього середовища та зі застосуванням бортового обладнання дистанційно пілотованого літального апарату.

**Методи дослідження** – оброблення, компонування даних та аналіз досліджуваної території, метод використання БПЛА, та бортових засобів.

**Особистий внесок випускника:** за допомогою досліджень з використанням БПЛА, виявлено актуальність даного способу проведення екологічного моніторингу.

## РОЗДІЛ 1

### ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ

Екологічний моніторинг - всебічне спостереження за станом навколишнього середовища, включаючи компоненти природного середовища, природну екосистему, явища та оцінку прогнозування змін навколишнього середовища.

При організації моніторингу необхідно вирішити декілька питань на різних рівнях, тому І. П. Герасимов (1975) пропонує виділити три етапи (типи, напрямки) моніторингу: біоекологічний (гігієна та санітарія), геосистемний (природну та економічну) та біосферний (глобальний)[1] . Однак цей метод чітко не розділяє функції його підсистем з точки зору моніторингу навколишнього середовища, ані підрозділів, ані параметризованих організацій, і він має в основному історичне значення.

Основними завданнями моніторингу навколишнього середовища є: моніторинг стану довкілля, оцінка та прогнозування його стану, визначення ступеня впливу факторів людини на навколишнє середовище та джерел впливу. Система моніторингу навколишнього середовища базується на таких принципах: об'єктивність та надійність;

- Систематичне спостереження за умовами навколишнього середовища;
- Послідовність нагляду та підтримки методів;
- Узгодженість апаратного та програмного забезпечення;
- Комплексної оцінки інформації;
- Ефективність передачі інформації між незалежними ланками системи;
- Відкрита інформація для громадськості.

#### **1.1 Класифікація**

Відповідно до просторових принципів, існує: точкове, місцеве, регіональне,



національне та глобальне спостереження. Останнє включає екологічні дослідження взаємодії людини та природи у всій біосфері. Як правило, національний здійснюється у межах однієї держави. Дуже важко чітко визначити сферу регіонального моніторингу. Також є великі зони спостереження у міждержавних водах та територіях (Балтійське море, Північне море, Альпи тощо). Місцеве спостереження включає дослідження одного простору під впливом групи компаній промислової зони, муніципальної освіти (міста, області).

Відповідно до умов можна виділити такі типи моніторингу:

Біоекологічний (санітарно-гігієнічний) моніторинг має на меті відстежування стану навколишнього середовища та його впливу на здоров'я людини для захисту навколишнього середовища від негативних факторів;

Геоєкологічний моніторинг полягає у спостереженні за змінами природних екосистем та перетворенні їх, а також моделюванні та прогнозуванні природних змін у навколишньому середовищі, що погіршують середовище існування;

Моніторинг геологічного середовища- моніторинг гірських порід;

Біосферний (глобальний) моніторинг - це моніторинг природних процесів та явищ на рівні біосфери, а також шляхом з'ясування глобальних змін природних фонових показників;

Геофізичний моніторинг - це система спостереження за природними та штучними геофізичними полями та явищами, а також спостереження, аналіз та прогнозування забруднення навколишнього середовища, спричиненого небезпечними речовинами;

Моніторинг клімату - це спостереження за станом кліматичної системи (атмосфера-океан-літосфера-кріосфера-біота), а також оцінка та прогнозування імовірних змін клімату;

Біологічний моніторинг - це контроль стану навколишнього середовища за допомогою організмів;

Супутникове спостереження використовує метод дистанційного контролю і

дозволяє за космічними зображеннями контролювати зміни, що відбуваються на земній поверхні та атмосфері.[9] Крім того, залежно від мети, також може здійснюватися звичайний, кризовий та фоновий моніторинг:

Звичайний (стандартний) екологічний моніторинг - це об'єднання оптимальної кількості параметрів, спостереження в цих точках, що дає змогу приймати управлінські рішення на різних рівнях на основі оцінки та прогнозу екологічних умов.

Оперативний (кризовий) екологічний моніторинг - це поглиблене спостереження за природними об'єктами, які мають шкідливі екологічні наслідки, спричинені аваріями та природними явищами в районах, що мають високий екологічний тиск. Для реагування на надзвичайні ситуації та вжиття заходів щодо усунення цих проблем, відбувається постійний моніторинг даних територій для створення нормальних умов для життя та господарювання населення.

Фоновий (науковий) екологічний моніторинг - це особливо високоточне спостереження за всіма компонентами навколишнього середовища та природою, складом, циркуляцією та міграцією забруднюючих речовин, окремих популяцій, екосистем і навіть за реакцію організмів на забруднення на рівні окремих популяцій, екосистем та всієї біосфери.

У природних заповідниках та біосферних заповідниках фоновий моніторинг проводиться на базовій станції.

## **1.2 Рівні моніторингу**

Моніторинг - це багаторівнева система. Зазвичай розрізняють системи (або підсистеми) на детальному, локальному, регіональному, національному та глобальному рівнях.

Нижній рівень - це рівень детального моніторингу, що здійснюється на невеликих ділянках. При об'єднанні деталізованих систем моніторингу у більшу мережу (наприклад, в межах району тощо) формується система моніторингу на локальному рівні. Локальний нагляд призначений для оцінки змін у системі на

більшій території (міста, району). Локальні системи можуть бути об'єднані в більші системи- регіональні системи спостереження, що охоплюють території в межах області або декілька одразу декілька. Ця регіональна система моніторингу інтегрує дані мережі спостереження, які відрізняються за методами, параметрами, зоною моніторингу та періодичністю, завдяки чому можна повністю сформувати комплексну оцінку територіальної ситуації та прогнозувати її розвиток.

Регіональна система спостереження може бути інтегрована в єдину державну мережу спостереження в межах держави для формування національного рівня. В рамках плану навколишнього середовища ООН завданням є інтеграція національної системи моніторингу в міждержавну мережу, Глобальну систему моніторингу навколишнього середовища (GEMS). Це найвищий у світі рівень екологічного моніторингу. Його мета - моніторинг змін у навколишньому середовищі Землі та загальних ресурсах у глобальному масштабі. Глобальний моніторинг - це система, яка контролює стан і прогнозує можливі зміни глобальних процесів і явищ, включаючи техногенний вплив на всю біосферу Землі. Поки, оскільки багато країн ще не мають своїх національних систем, на майбутнє є завдання створити таку систему під егідою ООН.

Глобальна система моніторингу навколишнього середовища та ресурсів спрямована на вирішення глобальних екологічних проблем планети, таких як глобальне потепління, захист озону шару , прогнозування землетрусів, захист лісів, глобальне опустелення та ерозія ґрунтів, повені, продовольство та енергопостачання тощо. Прикладом такої підсистеми моніторингу навколишнього середовища є Глобальна мережа моніторингу землетрусів, яка діє в рамках Міжнародної програми контролю над землетрусами[9].

### **1.3 Оцінка стану навколишнього середовища**

Оцінка стану довкілля – порівняння отриманих в наслідок моніторингової діяльності параметрів з встановленими нормативами, щоб визначити якість навколишнього середовища або окремих його компонентів.

Якість навколишнього середовища - це стан природних та змінених екосистем, їх здатність до підтримування своєї структури та функціонувати за рахунок обміну речовин та енергетичних процесів.

Ще одна проблема визначення якості навколишнього середовища полягає в тому, що його неможливо оцінити, використовуючи лише один критерій. Тому показники якості навколишнього середовища використовуються в практиці моніторингу. Оцінка екологічних умов ґрунтується на концепції стандартизації якості довкілля.

Стандартизація якості навколишнього середовища - встановлення номінальних параметрів різних компонентів навколишнього середовища, ці параметри визначають межі максимально можливих змін їх складу та характеристик.

Поріг шкідливих впливів - це найменша кількість впливу (концентрація речовини, сила фізичних факторів), зміни за межами цього діапазону впливу перевищують межу адаптивності живих організмів та / або пошкоджують екологічну стійкість.

Використовуючи методи біологічного тестування, щоб визначити величину порогової дії одного фактора на живі організми в лабораторних культурах чутливих організмів, можна встановлювати певні нормативи.

Екологічні критерії. Визначення меж змін параметрів навколишнього середовища, і перевищення цієї межі може становити загрозу стабільному виживанню природних екосистем.

Проблема встановлення екологічних стандартів полягає в тому, що у існує велика кількість організмів одночасно , і їх чутливість до конкретних факторів сильно різниться. У цьому випадку функція формування системи різних видів різна. Тому екологічні критерії (домінуючі види або найбільш уразливі види), для яких види мають бути розраховані на якість навколишнього середовища, ще не вирішені.

Одним з небагатьох чинників, який можна назвати "екологічними

стандартами", є ГДК. Основне призначення стандарту - підтримка якості навколишнього середовища, придатного для житлових промислових об'єктів та їх кормових баз. Іншими словами, ГДК регулює негативний вплив на «корисні» популяції, що визначає важливу економічну складову стандарту.

Останнім часом пропонуються різні альтернативні показники. Враховуючи регіональні особливості, деякі екологічні стандарти базуються на встановлених стандартах ГДК. Деякі автори запропонували оригінальні методи розрахунку норм забруднення – «екологічно допустимий рівень» (ЕДР), екологічна ГДК тощо. Однак ці показники не були загальновизнаними та не включені до нормативних документів.[10]

## РОЗДІЛ 2

### БЕЗПІЛОТНІ ЛІТАЮЧІ АПАРАТИ

Безпілотний літальний апарат- літальний апарат , що може пересуватись без екіпажу. Дрони можуть мати різну ступінь автономії - від контрольованих дистанційно, до повністю автоматичних , а також візнитися за багатьма іншими параметрами.

За останнє десятиліття безпілотники ставали все більш та більш популярними, особливо в найбільш розвинених країнах. Поля застосування дронів дуже великі. Вони можуть відстежувати стан міських районів так і віддалених , контролювати стан пожежної безпеки лісів чи повенями та паводками річок. Під час чергування дрон передає знятий матеріал на ноутбук, і є можливість використовувати його для управління безпілотником.

За допомогою аналізу основних науково-дослідних робіт та прогресу НДДКР доведено здійснення спрямованих досліджень щодо створення та застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) з наявними (несучими) повітряними навантаженнями. Основою для використання безпілотних літальних апаратів є різноманітні повітряні апарати, оснащені відеокамерами, біохімічними, радіаційними та звуковими та іншими спеціальними датчиками . В даний час створення безпілотників ще не вийшло з етапу завершення концептуальних досліджень .Тому багато експертів вважають, що використання безпілотників більше залежить від навантаження, яке несе система транспортного засобу. Однак слід розуміти, що вирішення завдання також може залежати від функції БПЛА (включаючи передачу інформації). Крім того, принцип роботи БПЛА може змінити якісні та кількісні характеристики цільового призначення . Виробники світового класу активно працюють над створенням нових, покращених моделей та розробкою дронів, тому наразі спостерігається тенденція до вдосконалення можливостей обробки даних, що зберігаються власне в носіях інформації БПЛА, що створює важливий канал для обміну даними. Це пов'язано з іншими технічними рішеннями: після обробки інформації на борту безпілотника майже відпадає

необхідність надсилати її на перевірку. Проект є відправною точкою для всебічного контролю процесу управління безпілотниками та для вирішення проблем, пов'язаних із порушенням зв'язку з безпілотниками. Наприклад, якщо під час польоту зв'язок з командним літальним апаратом або наземною станцією буде перервано, система автоматичного управління БПЛА виявить і забезпечить посадку або продовжить слідувати встановленому маршруту в залежності від ситуації. Звертаючи увагу на вищесказане, ми можемо визначити основні напрямки досліджень, пов'язані з: розробкою та вдосконаленням автоматичного розпізнавання різних об'єктів (з урахуванням вирішення найпростіших проблем, включаючи автоматичну класифікацію різних об'єктів); і забезпечити надійний радіозв'язок між БПЛА та контрольною точкою (земля чи повітря); надати атрибути БПЛА, щоб зміни в середовищі можна було враховувати при виконанні завдань в режимі офлайн; дрони дозволять виконувати функції польоті, або вибрати альтернативний маршрут та взаємодіяти з КПП. Тому головною перевагою використання безпілотного літального апарату під час моніторингу навколишнього середовища є те, що за ним можна спостерігати, отримуючи дані з віддаленого пристрою. Крім того, можливість використання безпілотних літальних апаратів також забезпечує дані спостереження за екологічними об'єктами та рельєфом, умовами навколишнього середовища та можливістю візуалізації та оцінки зон спостереження в реальному часі. Широке використання безпілотних літальних апаратів у моніторингу навколишнього середовища пов'язане з розробкою різного обладнання та обладнання для екологічної оцінки, що дає можливість використовувати їх для розширення сфери завдань моніторингу. Тому важливим фактором визначення здатності контролювати та оцінювати навколишнє середовище є вибір дронів та повітряних систем для вирішення завдань регіонального моніторингу навколишнього середовища.

У літературі більш докладно описана класифікація безпілотників та існуючих повітряних систем. На жаль, на сьогоднішній день характеристики повітряних безпілотних систем не мають нічого спільного з їх здатністю застосовувати та вирішувати конкретні екологічні проблеми. Необхідність визначення цього

взаємозв'язку пов'язана не лише з вибором повітряних систем безпілотників та їх застосування, але і з пошуку рішень проблем оптимізації моніторингу навколишнього середовища та можливості використання відповідних інструментів при прийнятті управлінських рішень для усунення наслідків. Тому розглянемо основні завдання екологічного моніторингу для виявлення та оцінки територіального впливу людей[8]:

- спостерігати за джерелом антропогенного впливу;
- фактори впливу;
- Контроль стану довкілля;
- оцінити фізичний стан природного середовища;
- Прогноз зміни природного середовища під впливом людських факторів та подальша оцінка.

## **2.1 Засоби та способи управління БПЛА**

Ручне управління - коли пілот керує безпілотником через пульт. Пілоти можуть спостерігати за дроном візуально, або вони можуть керуватися зображенням, переданим камерою. Обмеження цього керування очевидно: під час візуального спостереження розмір безпілотника та умови видимості обмежують дальність ручного управління на 1-2 км. Під час перегляду камери неможливо керувати в темряві з обмеженою видимістю. Пілот повинен добре знати місцевість.

Автоматичне керування безпілотним літальним апаратом (БПЛА) передає типові завдання по командній радіолінії. Типові завдання включають поворот праворуч (ліворуч) на N градусів, поворот до заданої точки, отримання заданої висоти, повернення та політ над об'єктом (місцевістю). У цьому випадку моніторинг продуктивності та контроль здійснюються на основі телеметричної інформації. Як правило, БПЛА оснащений GPS-приймачем, який визначає координати, забезпечуючи тим самим певну ступінь узгодженого польоту та стабільності літака. Два вищевказані способи управління БПЛА належать до типу дистанційного керування. Цей тип БПЛА називається літаком дистанційного керування (БПЛА).[8]



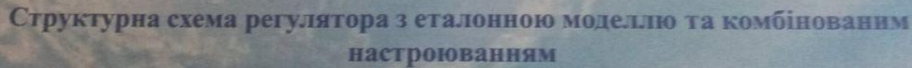


Рис. 2.1 Схема управління польотом ДПЛА

Автоматичне управління БПЛА забезпечує можливість летіти автономно по заданій траєкторії з заданою швидкістю та кутом орієнтації. Автоматичне керування, виконане повноцінним автопілотом БПЛА, гарантує, що літак може безпечно літати практично в будь-яких погодних умовах, не потребуючи зв'язку з базовою станцією. Перевагою даного способу є мінімальні вимоги до підготовки персоналу та забезпечення безпечної та ефективної роботи безпілотних літальних систем.

## 2.2 Типи БПЛА

## Класифікація систем БПЛА

Не існує стандарту класифікації UAS. (У цьому процесі терміни UAS та UAV вживаються взаємозамінно.) Військові відомства мають свої стандарти, і цивільне населення постійно розробляє безкоштовні категорії UAS. Люди класифікують їх

за розміром, дальністю та витривалістю та використовують рейтингову систему, яку використовують військові. Для класифікації за розміром можна запропонувати наступні підкатегорії[6]:

- Дуже малі БПЛА  
Мікро- або нано-дрони
- Невеликі БПЛА  
міні дрони
- Дрон середнього розміру
- Великі БПЛА

Наступні підкласи, розроблені американськими військовими, також можуть бути використані для класифікації безпілотників відповідно до їх дальності та повітряної витривалості:

- Дрон малої дальності.
- Дрон середньої дальності.
- Дрон великої дальності.

БПЛА з фіксованим крилом. Переваги: нерухоме крило створює підйомну силу, воно більш стійке до помилок при русі, і може бути використане як відмінний кур'єр для перевезення вантажів у важкодоступні місця або потребує термінового транспортування.

Недоліки: не можна повісити в місці, щоб зробити чіткі знімки, тому його не можна використовувати для аерофотозйомки.

Гвинтокрилі БПЛА - дрон з гвинтом, являє собою спрощену копію вертольота з ротором.

Переваги: вертикальний зліт і посадка, можна зупинитись на певному місці в повітрі, висока маневреність. Використовуються для створення чітких фото та відео, або моніторингу.

Недоліки: найбільш "примхливі" в технічному обслуговуванні та ремонті, менша дальність польоту.



Рис. 2.2 БПЛА літакового типу

Вертолiтний безпiлотний лiтальний апарат - дрон з гвинтом, являє собою спрощену копію вертольота з ротором.

Переваги: вертикальний зліт і посадка, можна повісити в одному місці, висока маневреність.

Недоліки: найбільш "примхливі" в технічному обслуговуванні та ремонті.

З безпiлотника можна припустити, що «Трикоптер» - це 3 гвинти, квадрокоптер - 4 гвинти, гексакоптер - 6 гвинтів, а «Октокоптер» - 8 гвинтів. Також є 12 і 16 гвинтів. Переваги: простий у керуванні, стабільніший політ, добре підходить для надзвичайно точних фотографій та моніторингу відео чи інфраструктури. Недоліки: малий час перебування у повітрі без підзарядки.



Рис. 2.3 БПЛА з декількома гвинтами

### **2.3 Сфери використання БПЛА**

1) Спектральна фотозйомка. Тип фотографії з отриманням у процесі фотографій зображення об'єктів у різних зонах спектру. Наприклад, використання безпілотників у сільському господарстві дозволяє отримати моделі місцевості з роздільною здатністю до 3 см у видимому та інфрачервоному діапазонах. За рахунок такої зйомки можна повністю зрозуміти умови ґрунту та деталі, що дозволяють контролювати посіви з точністю до 5 см. Діапазон отриманих даних дуже широкий, проблеми можна оцінити та з'ясувати причини різних проблем

2) Аерофотозйомка місцевості. Це роботи, включаючи різні процеси отримання фотографії земної поверхні за рахунок літаючих апаратів. Усі матеріали аерофотозйомки використовуються для вирішення ряду проблем лісового господарства, промисловості, тощо. Під час запланованого процесу зйомки, камера буде спрямована вертикально вниз під прямим кутом до поверхні землі. На малюнку ми бачимо плоску картину (Ортогональна проекція), що нагадує зображення на карті. Під час перспективної (слідчої) зйомки камера знаходиться під певним кутом від горизонтального кута. В такому випадку на малюнку ми побачимо тривимірну картину (Аксометричний): не тільки дах будівель, але і

бічні стіни. Тож ми можемо не лише судити взаємне розташування предметів на площині, а і пов'язане з їх формою.

3) Використання дронів для обліку тварин з повітря. Залучення пілотованої авіації не є рентабельним, тому більш раціональним є використання БПЛА для обладнання обліку тварин. Цей "авіаційний облік" дозволяє достатньо точно визначити кількість тварин у мисливському угідді та визначити, де вони зосереджені.

4) Віддалений моніторинг нафто- та газопроводів. На сьогоднішній день використання безпілотників є найефективнішим і найвигіднішим методом огляду нафто- та газопроводів. В реальному часі отримують високоякісні зображення, які можуть виявити нафтові розливи, виявляти несанкціонована діяльність (звалища, роботи в межах заповідних територій тощо). Повітряні фотографії зроблені за допомогою дрона дозволяє проаналізувати та оцінити технічні умови, простір навколо труб і каналців.

5) Космозйомка місцевості. Для постійного та одночасного контролю забруднення природного середовища (поверхня землі, води та поверхнева атмосфера), стежити за технічним станом об'єктів протяжністю у тисячі кілометрів суходолу, води та суші, нафтогазові проходи. На додачу, дані дистанційного моніторингу допомагають у швидкому виявленні точних координат небезпечної зони природних елементів, процесів, які можуть призвести до аварії, а також для відстеження та прогнозування проблем. У основних завданнях, розв'язаних космічною фотозйомкою, можна виділити наступне:

- Порушення технічних умов об'єкта: прогалини, тріщини, зони корозії, водонепроникність та термічні пошкодження тощо;
- Складання карт ґрунту, зони затоплення, засолених площ промерзання та відтавання ґрунту тощо;
- Вивчення сучасних екзогенних процесів (обвали, зсуви, тощо).

6) Геодезична зйомка. Надайте повітряні матеріали, які можна використовувати в наступних напрямках діяльності:

- Ведення національного кадастру нерухомості та контролю поселення містобудівної діяльності;
- реагування на надзвичайні ситуації;
- Контроль ожеледиці та снігового покриву, краю льодоставу моніторинг заплав;
- оновлення топографічних карт;
- контролювання різних типів об'єктів;
- моніторинг стану сільськогосподарських угідь, включаючи цільові показники, оцінка використання земель, стану та ступеня деградації земель, прогноз виробництва;
- Створення географічних інформаційних систем.

#### 7) Моніторинг та виявлення рухомих об'єктів.

Нагляд в охоронюваній зоні вдень і вночі.

#### 8) Моніторинг лісових ресурсів.

У тому числі оцінка ступеня вирубування лісів, визначення типів дерев, виявлення лісових пожеж (посушливі ліси, тліючі торфовища, виявити невеликих джерел вогню), оцінити збиток лісових ресурсів після пожеж, стихійних лих, знаходження несанкціонованих сміттєзвалищ.

Визначення кількості порушників та ідентифікування їх засобів переміщення. Інфрачервона камера безпілотної може використовуватися для раннього виявлення лісових пожеж.

#### 9) Контролювати ремонтні та будівельні роботи

У порівнянні з традиційними цей метод може значно пришвидшити роботу та зменшити робочі витрати. Це дозволяє оцінити готовність об'єкта; виявити та проаналізувати пошкодження, аварії; планувати роботи з технічного обслуговування; моделювати природний вплив.

#### 10) БПЛА у сфері охорони

Підвищити безпеку, контролюючи певні предмети та людей на території. Більшу частину часу звичайні охоронці витрачають на патрулювання, в той час як у дронів це виходить в рази швидше. Прикладів багато: задля уникнення

несанкціонованого вторгнення, БПЛА патрулює нафто- та газопроводи, ділянки з природними ресурсами, траси міського та міжміського транспорту, лінії електропередач, маршрути під час важливих заходів.

#### 11) Безпілотний прикордонник

Спостереження за кордоном, використовуючи інфрачервоні та звичайні камери. Висота може бути до 6 кілометрів з можливістю спостереження до 50 кілометрів. З відеокамери є достатньо чітке, щоб було докладно видно злочинця видно з висоти[11].

Після всього вище наведеного аналізу можна зробити висновок: найближчим часом безпілотники займуть верхнє місце порівняно з пілотованим, це можна пояснити наступними фактами: БПЛА не потребують людських ресурсів, тому ніхто не поставить життя в небезпеку, тому безпілотник є дуже безпечний, та має широке застосування в сферах безпеки та в оборонній промисловості, та в моніторингу довкілля.Пріоритетними напрямками цього ринку вважаються швидкий зв'язок. Дистанційне зондування та спостереження, пошуку та рятування, сільське господарство та транспорт. БПЛА в цих системах на ринку має великий попит та широкі перспективи.

### **2.4 Використання БПЛА у екологічному моніторингу**

В умовах збільшення техногенного тягаря та підвищення ризику техногенних катастроф необхідна модернізація існуючої системи моніторингу навколишнього середовища, особливо атмосфери. Для вирішення цієї проблеми була розроблена система моніторингу забруднення навколишнього середовища, яка використовує вертолітного (MBLA-VT) або літакового апарату (MBLA-C) малого БПЛА і оснащений наземною станцією управління. Недоліками існуючих систем моніторингу є проблемою визначити рівень забруднення на різних висотах від джерела.

Обмежені дані, відсутність кількості точок вимірювання для визначення.

Досліджуючи небезпечні території та отримуючи інформацію про рівень забруднення, наземна система реагує повільніше в надзвичайних ситуаціях.

Метод використання БПЛА в моніторингу навколишнього середовища поділяється на кілька етапів:

- завдання екологічного моніторингу;
- вибір технічних засобів для моніторингу навколишнього середовища (визначити можливості засобів вимірювальної техніки, визначити кількість використовуваних безпілотників, визначити найкращий маршрут для дослідження);
- вибір технічних засоби збору даних навколишнього середовища;
- вимірювання параметрів навколишнього середовища;
- обробка параметрів навколишнього середовища;
- порівняння екологічні параметри з екологічними стандартами;
- аналіз параметрів навколишнього середовища;
- прогнозування стану довкілля у майбутньому.

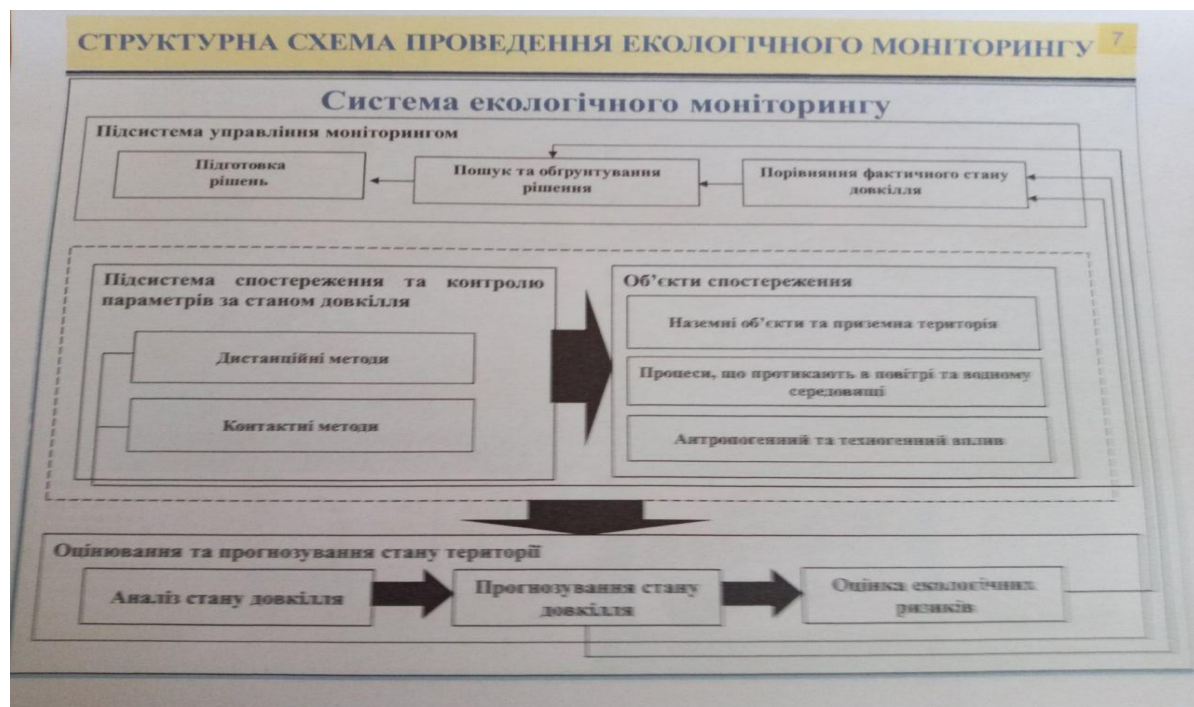


Рис. 2.4 Структурна схема проведення екологічного моніторингу

#### Розробка системи вимірювань

Комплекс спостереження може виконувати завдання екологічного нагляду за місцем розташування гірничого підприємства з метою виявлення порушень зон охорони здоров'я та кордонів. Відведення земельної ділянки для промислових підприємств. У комплекс входить безпілотник із корисним навантаженням у



вигляді вбудованого бортового вантажу, який включає детектор метану, газоаналізатор, радіометр, тепловізор, пилемери, курсову камеру та повітряну камеру. Комплекс використовує систему повторної передачі даних для виконання всіх завдань в автоматичному та напіваавтоматичному режимах. Тепер цей продукт є найбільш привабливим і відрізняється від аналогічних продуктів тим, що, в даному випадку, він збирає максимально можливе обладнання для швидкої оцінки забруднення повітря.



Рис. 2.5 Основне цільове обладнання та навантаження ДПЛА

Використання у вирішенні питань освіти, досліджень та прикладних програм використовуються комплекси спостереження з малим вертольотом або літальним апаратом безпілотних літальних апаратів. Комплекс забезпечує дистанційне повітряне спостереження, відео та аерофотозйомку об'єктів у районі та висоти від 50 до 600 м, моніторинг теплових зображень, вимірювання забруднення атмосферного випромінювання, виявлення витоку метану, кількісне визначення кисню, оксиду вуглецю, діоксиду вуглецю, оксидів азоту, діоксиду азоту, діоксиду сірки, сірководню, вимірювання температури та тиску. БПЛА та станція контролю може експлуатуватися, коли вона знаходиться в 20 км одна від одної, коли радіоприймачі видно один одному[8]. Одним із кінцевих продуктів МК є дослідження у реальному режимі.

Отримати велику кількість точок вимірювання на декількох висотних рівнях від 0 до 1000 м на кроках 50-100 м. За допомогою цих точок вимірювання можна відтворювати швидко тривимірну модель транспортування забруднюючих речовин та ефективно визначати основні джерела забруднення на різних відстанях від джерела.



Рис. 2.6 Стратегії пересування БПЛА

Використання розробленого комплексу принесе унікальні можливості для організацій, які беруть участь у моніторингу навколишнього середовища, тому що дрони можуть порівняно з усіма існуючими методами контролю атмосферного середовища, проводити контроль прямими методами вимірювання. Метод прямого вимірювання може забезпечити високоточний моніторинг обсягу повітряного середовища. Наразі жодна система моніторингу не може вирішити подібні програми.

Науковою новинкою є розробка інноваційної техніки дослідження повітря, що застосовує нові вимірювальні пристрої, встановлені на безпілотних літальних апаратах. Ці пристрої вирішують нагальну проблему системи моніторингу швидких змін природного та технічного середовища. Цей інноваційний проект унікальний тим, що теоретичні дослідження та практичний досвід команди

розробників дозволяє створювати невеликі пристрої з максимально корисним навантаженням та автоматичною передачею досліджуваної інформації.

## РОЗДІЛ 3.

### ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ДНІСТРОВСЬКОГО РАЙОНУ

#### 3.1 Дністровський каньйон.

Каньйон є наслідком взаємодії р. Дністер і розташований у чотирьох регіонах: Тернопільській, Чернівецькій, Хмельницькій та Івано-Франківській. Простягається він близько на 250 кілометрів, що робить Дністровський каньйон одним із найбільших каньйонів не тільки в Україні, але й у Європі. Відповідно до рішення всеукраїнського Інтернет-опитування, оголошеного 26 серпня 2008 року, Придністровський каньйон - одне із 7 природних чудес України. Його формування обумовлено специфічною геологічною будовою, тектонічним рухом, процесами ерозії. На території каньйону є багато предметів українського фонду охорони природи:

- Національний природний парк «Дністровський каньйон»
- Регіональний ландшафтний парк «Дністровський каньйон»
- Регіональний ландшафтний парк «Дністровський»

У долинах Придністров'я та його приток утворюється потужний осадовий прошарок - від наймолодшого (штучного) в палеозої до найдавніших силурійських відкладів.

Каньйон починається поблизу села Петрилів на Івано-Франківщині, а закінчується біля села Трубчин Борщівського району Тернопільської області - це найбільший у світі відслонення силурійської скелі . Верхні відкладення, це єдиний такий відплив на великій площі східноєвропейської платформи. Ці родовища представлені в основному жовто-білими, доломітовими, створені внаслідок діяльності організмів породами та оолітованими вапняками, що містять відбитки кількох викопних морських водоростей та різних викопних представників фауни. На території Придністровської ущелини формуються три типи рельєфів: ерозивні різьби, пагорби та нагромаджувальні рівнини (переважно на правому березі).

На думку українського вченого В.І. За словами В.І.Гаврилишина, на території Придністровського каньйону є унікальний, пізньоярський морський біологічний комплекс, унікальний у цій місцевості. Він вказав, що з 179 видів, визначених у 1881 році, 125 були новими видами, які вперше були описані в літературі.

Найбільш розповсюджені залишки викопних організмів були знайдені на оголенні вапняків юрського періоду поблизу села Буркіфна (159 видів). У Придністровській ущелині збереглися силурійський і девонський відслонення. Дністровські травертинні скелі з природними або штучними печерами унікальні. Деякі з них давно пристосовані до печерних храмів та монастирів. Одним із таких печерних монастирів є кам'яний грот біля села Литячі на лівому березі Дністра.

Лівий верхній кут річки вкритий рідкісною рослинністю, яка різноманітніша, ніж Кременецька гора та Подільські Товтри. Схили каньйонів, прибережні луки та поля багаті рослинністю. Серед цих рослин є багато, ендемічних і рідкісних видів, таких як лісова лілія, вечірня примада, ромашка, дводомна рослина ефедр, зіновать подільська, мигдаль степовий, тощо. Є також флора, зазначена в «Українській зеленій книжці» в парку, наприклад, ковила волосиста, вузьколиста. Багато таких рослин занесено до Червоної книги України.

Фауна також каньйону також є дуже різноманітна. Козулі, заєць, лисиця, кабан, білка та інші тварини були знайдені в лісі. Ящірки, мідянки, гадюки та змії живуть на скелястих схилах і кущах.

Налічується десятки видів птахів (зозулі, солов'ї, дятли, ластівки, качки та гуси, мартини, чаплі, чорні лелеки, ворони, орли) у лісах, луках, заплавах та крутих схилах.

У Придністров'ї налічується 40 видів риб: короп, окунь, щука, окунь, лящ, тощо. Про екологічну чистоту води можна сказати за великою кількістю раків та жаб. Порівняно з іншими великими річками Придністров'я вважається однією з найчистіших у Європі. На території Дністровського каньйону є багато рідкісних і зникаючих комах, біля 50 видів занесено до «Червоної книги». До таких видів відносяться: кошеніль польська, дозорець-імператор, пахучий і волохатий стафіліни, кордулегастер кільчастий, жук-самітник, красуня-діва, тощо.

### **3.2 Екологічний стан Дністровського каньйону.**

Розширення мережі природоохоронних територій, безпека незмінених ландшафтів шляхом впливу людини та створення єдиної національної екологічної мережі в Україні, яка буде пов'язана з подібною зарубіжною європейською системою - це одне з найважливіших завдань екологічної науки та практики. Прилеглий до території Дністровський каньйон - унікальний природний об'єкт з численними геологічними, рослинними, рельєфними та гідрологічними рештками - він поєднує геологічні системи Західної України та Східної Європи, є популярним об'єктом розваг та туризму, що впливає у певний антропогенний вплив.

Використовуючи матеріали дистанційного моніторингу землі (дистанційне зондування) В. С. Готиняна в поєднанні з геофізичними даними виявляє структуру розломів кристалічної основи, що виявляється в пластинчастій структурі платформи та поверхневих вулканічних тріщинах скелі, що використовуються сучасними річковими мережами. Давні долини річок були розшифровані з просторових зображень. Область дистанційного зондування також розкриває область активної структури нахилу передпліччя в кришці платформи.[5]

Неотектоніка та геодинаміка. Аналізуючи сучасний рельєф поверхні, розподіл, вимірювання тиску та віку у порівнянні з Карпатськими горами, створені карти тектонічного руху. Останнє впливає на формування річкових мереж та активізацію певних небезпечних геодинамічних явищ у певних місцях - зсуви, ерозії, потоки сміття, зсуви та обвали. Визначено локальне переміщення та напрямок нових структурних напружень, які потрібно брати до уваги при будівництві споруд (магістральних нафтогазопроводів, залізниць, мостів).

Мінеральні ресурси. Виявлено та досліджено багато родовищ, але їх розвідка та розробка все ще проводиться без оцінки впливу на довкілля, без урахування вартості інших природних ресурсів, які порушуються та знищуються, та без відповідних екологічних обмежень.

Карстовий процес порушує геологічне середовище. Карстовий район уздовж Дністра простягається від річки Джури на заході до річки Збруч на сході і простягається на лівому березі, займаючи площу понад 1900 квадратних кілометрів.

Карстові лійки, гроти, занурення, каррі та інші особливості можна побачити майже на всій території. У надрах землі на відносно малих глибинах (5-50 м) утворюється лабіринт величезних підземних печерно-порожнистих систем, що є найбільшою сульфатно-карстовою печерою у світі.

Небезпечні геодинамічні процеси порушують геоморфний шар (рельєф). Нижче за долиною Дністра та її лівими притоками є складні блок-переходи, іноді розділені на два шари або три яруси. Максимальна довжина ділянки, що постраждала від зсуву, становить 1 км. В районах лиману Заліщиків та Збруча також є обвалисті зсуви з унікальними за формою предметами та стіною у вигляді амфітеатру. На 25-річному місці моніторингу площа активованих зсувів збільшилася з 11,6% до 66%, що в 6 разів більше. Якщо поточну зсувну територію порівняти із загальною площею досліджуваної території, вплив зсуву становить 1,5%. Тому робиться висновок про необхідність термінових дій для запобігання поширенню зсувів. Грунтовий покрив забруднений важкими металами та іншими шкідливими речовинами. Оцінюємо вибірки ґрунтів та аналіз її, щоб створити базу даних про забруднення ґрунтів, обчислити передумови та аномальний вміст за допомогою розрахункових та графічних методів, і на цій основі побудовано 8 карт екологічної технології з вмістом елементів. Ці карти накладені одна на одну для виявлення загальних аномально забруднених ділянок. Аналіз результатів показує, що, за винятком деяких територій, вся досліджувана зона Дністровського району є слабо забруднена або майже не забруднена. Наприклад розподіл миш'яку в ґрунті показує дві аномальні ділянки, фон (0,0047 мг / кг) більш ніж у 3 рази (0,014), але значно нижчий за Кларка (1,7) і набагато нижчий за ГДК (20). Це стосується й інших елементів: Cd, Cu, Zn, V. Іншими словами, небезпеки немає: виявлене розповсюдження лише попереджає, що забруднення накопичується у двох районах (одна з Галицької області, перетинає р. Дністер, а потім простягається вздовж правого берега Дністра). Перша аномалія може бути слідами Бурштинської ТЕС.. Каньйон Дністра наразі є чистою зоною від хімічних забруднень.[5]

Дослідження поверхневих вод Дністра та його приток 2003-2006 рр. Показало, що і вода, і донний осад містять токсичні компоненти. Води річки від можна

віднести до категорії 4 класу забруднення (задовільно, слабо забруднені). Нагорі склад солей забруднюючих речовин змінюється у бік покращення якості, що може бути підтверджено зменшенням вмісту хлориду та сульфату. Однак під гірлами річок Стріпа, Джуріна, Серета та Нігірава солоність збільшується, а потім через перемішування спадає.

Випробували вміст міді, цинку, свинцю, нафтопродуктів та фенолу в донних відкладах річки. Якщо порівнювати отримані дані з ґрунтом, результати показують, що вміст Cu, Zn і Pb значно перевищує фонові елементи в ґрунті, іноді досягаючи 1,5-3 ГДК. Підземні води оцінювались за допомогою випробувань на 93 глобальних полігонах екологічних відходів та аналізу іншими організаціями. Визначення миш'яку, кадмію, свинцю, міді, цинку, нітратів, сульфату, фенолу, олії та ДДТ пестицидів. Результати аналізу підсумовуються у відповідній базі даних, а фон та ненормальний вміст обчислюються тим же методом, що і ґрунт. На цій основі було складено 10 екотехнічних геохімічних карт, що свідчать про те, що на більшій території Подільської височини та безпосередньо в Дністровському каньйоні стан ґрунтових вод хороший. Деякі райони сильно забруднені. Аналогічна ситуація спостерігалася і при розподілі різних компонентів: Дністровський каньйон загалом є дуже чистим, а в Буцацькому та Збруцькому лиманах були деякі аномалії Pb. Помічено зовсім іншу ситуацію в районі впадіння Прут-Дністер: в районах Тисмениця, Тлумач та Городенка виявлено порушення плюмбуму, сульфату та інших забруднювачів, а вміст Pb поблизу чотирьох населених пунктів перевищував ГДК. Загальний екологічний стан ґрунтових вод коливається від задовільного до сильного і важкого. Тому в цих районах необхідно вжити ефективних заходів щодо зменшення забруднення підземних вод. Шляхом вимірювання кисню, оксиду вуглецю, оксиду сірки, вмісту пилу у повітрі та відбору проб снігу визначається вміст свинцю та міді. Виконано вісім геохімічних карт, контурні карти фонового вмісту та загальний індекс забруднення. протестовано трав'янисту та лугову трав'яну рослинність. Вміст кадмію, свинцю, міді, цинку та ванадію в золі цих зразків аналізували методом атомного поглинання. Було встановлено п'ять геохімічних карт для виявлення загального показника індексу забруднення.



Результати показують, що просторовий розподіл хімічних елементів майже подібний до ґрунтового покриву. Для визначення кореляції між геохімічними елементами в ґрунті та інших середовищах був проведений кореляційний аналіз між усіма можливими парами елементів (наприклад, Cd, Pb, Cu, Zn, V, Cd і Pb, Cu, Zn, тощо) і між одними і тими ж елементами в різних середовищах (Pb у ґрунтових водах та Pb у донному осаді тощо тощо - лише 60 пар). Це виявляє тісний взаємозв'язок між Cd, Pb, Cu та Zn (коефіцієнт кореляції 0,64-0,76), As і Cd (0,65), Zn і V (0,61) у ґрунті, що вказує на те, що Загальне походження біологічної асоціації, а також можна обчислити вміст елементів через співвідношення з їх парними елементами, тим самим зменшивши кількість аналізів. Ще один важливий висновок зроблений із кореляційної діаграми: найвища кореляція (0,8-0,9) виявлена в інтервалі від 0 до фонового значення, що вказує на природний склад геохімічного поля. Над фоном дисперсія швидко зростає, що свідчить про те, що забруднення є штучним.

Для побудови побудови екологічної моделі кожної екосистеми оцінюється комп'ютерним наглядом її компонентів - географічних компонентів, а саме геологічного середовища, водних ресурсів, атмосфери, ґрунту та рослинності та впливу технічного кола на них (рис. 7).[5]

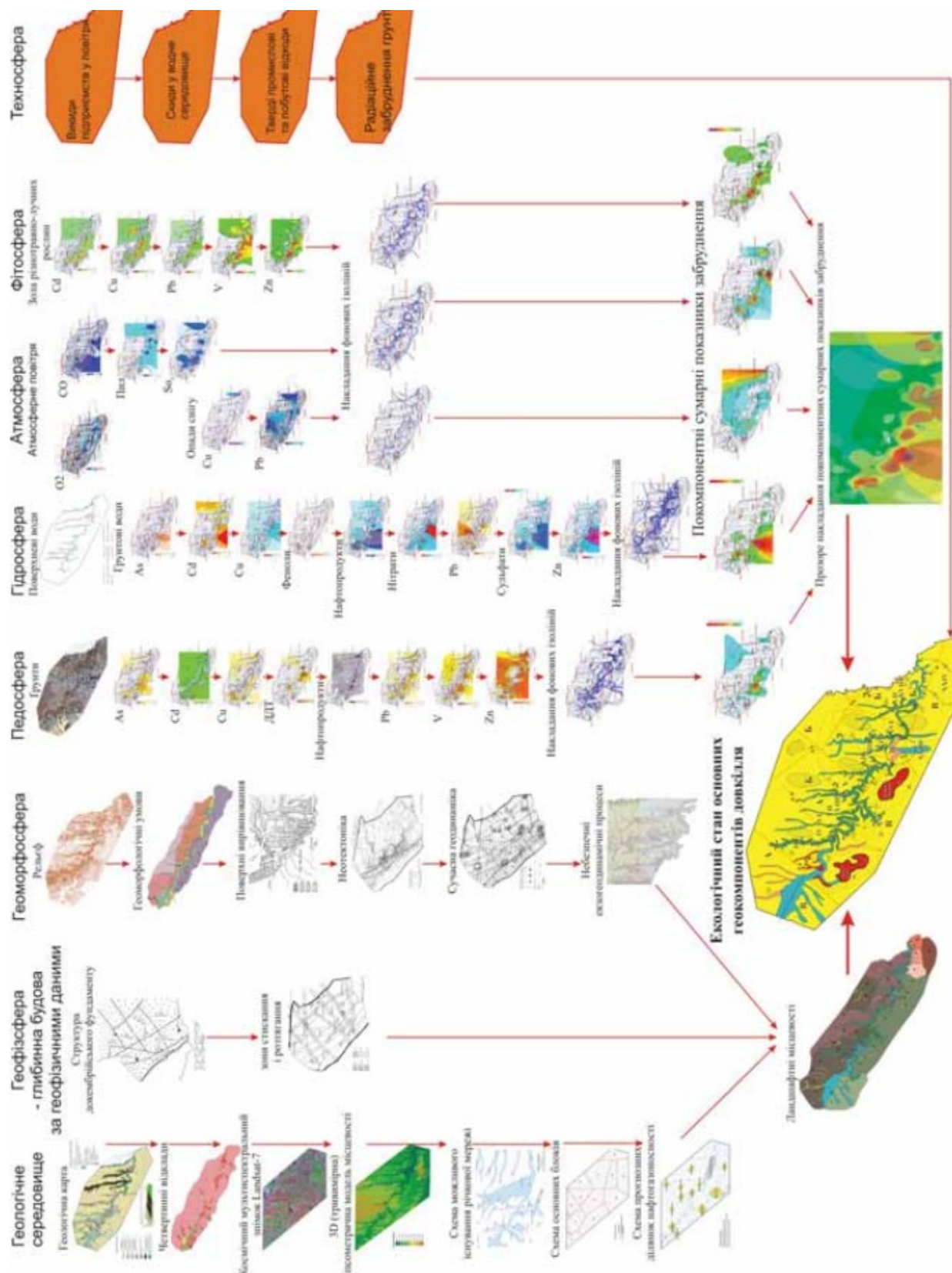


Рис. 3.7 Постійно діюча багатокомпонентна екологічна модель

Висновок. 1. Основний метод дослідження - це загальної оцінки впливу антропогенних об'єктів на довкілля, а також конкретні методи польових досліджень,

аналіз роботи та комп'ютерна обробка отриманих даних. Що стосується загального методу екологічної оцінки, то внесок полягає в розробці існуючої структури екологічних інформаційних баз даних та географічних інформаційних систем та їх використанні в екологічній діяльності.

2. Геологічне середовище та рельєф зазнали певних екологічних змін від верху до верху - вони були зруйновані під впливом природних та техногенних (технічних) процесів. Оцінка виходячи з площі та обсягу карстового геологічного середовища. Незалежно від площі (0,04%) або обсягу печери порожнини (0,0015%), природне порушення незначне.

4. За розшифрованими просторовими зображеннями було виділено кілька паралельних давніх річкових долин, які існували до утворення придністровської долини, а напрямок - з північного заходу на південний схід, тобто майже під прямим кутом до сучасної долини річки. Вік цих долин - міоцен, оскільки вони були утворені до появи пластів 7-го та 6-го порядку в Дністровському каньйоні. Алювіальні шари давніх долин можуть бути пов'язані з пухкими мінералами в районі біля українського кришталевого щита.

5. Водна мережа в досліджуваній області успадковує макро тріщини в ортогональному та діагональному напрямках, утворюючи безліч лінійних ділянок, ділячи площу на блоки різної висоти. Просторові зображення показують, що потовщення лінійних структур та макротріщин може свідчити про те, палеозойських відкладах антиклінальна структура може існувати на глибині 1-3 км, а також з'являється в неотектонічній стадії.

6. Аналіз розподілу мінеральних ресурсів дозволяє визначити екологічні зміни кар'єру при видобутку корисних копалин. Ці зміни є шкодою геологічному середовищу, спричиненому людськими процесами. У досліджуваній області було виявлено та досліджено велику кількість рудних родовищ, проте родовища все ще розробляються без оцінки впливу на навколишнє середовище.

7. Геоморфне коло також порушується внаслідок природної діяльності (зсуви, обвали, ерозія), іноді посилюються людськими факторами. Оцінка шляхом обчислення частки зсувів, які посилилися за останні 25 років вказують що

активована зона зсуву в зоні контролю зростає з 11,6% до 66%, тобто збільшення у шість разів. Тому необхідні термінові заходи для запобігання поширенню зсувів. Те саме стосується інших небезпечних геодинамічних процесів, які мають чітку тенденцію до поступового збільшення діяльності. Загалом, порівняно з небезпечними екологічними процесами, геологічне середовище та геоморфне Дністровського каньйону все ще мають "резервні сили", але їх подальше зростання змушує занепокоїтись. Якщо в країні немає коштів для запобігання та запобігання цим явищам, вона повинна організувати інвентаризацію та посилити нагляд за цією територією.

### **3.3 Дослідження переваг використання БПЛА у екологічному моніторингу**

Для якісного проведення екологічного моніторингу дистанційними засобами заданої території (або об'єкта) та визначення антропогенного впливу, з необхідним визначенням рівня забруднення та впливу на стан довкілля, застосовується ДПЛА спостереження з можливістю оптимізації бортового обладнання.

Засобами даної оптимізації слугують системи та комплекси:

- БПЛА з системами моніторингу, записування, та передачі даних;
- апаратно-програмний комплекс управління польотом;
- апаратно-програмний комплекс обробки даних спостереження;
- центр операційного управління засобами моніторингу.

Тенденції розвитку:

1. Підвищення кількості виробничих процесів з використанням шкідливих речовин.
2. Ускладнення технологічних розробок.
3. Не якісне використання природних ресурсів.
4. Збільшення інтенсивності використання різних виробництв з викидами та стоками.

Сучасні вимоги:

1. Підвищення вимог до своєчасного виявлення антропогенного впливу та визначення характеру речовин.
2. Своєчасне вивчення стану та параметрів довкілля.

3. Прогнозування стану навколишнього середовища.
  4. Прогнозування ризиків щодо дослідження стану навколишнього середовища.
- Дані тенденції та вимоги впливають у підвищення достовірності та своєчасного виявлення негативного впливу на стан довкілля за рахунок розвитку системи екологічного моніторингу та контролю параметрів навколишнього природного середовища.

Підґрунтям для розвитку даного напрямку дослідження слугують такі фактори: розвиток мобільних систем проведення екологічного моніторингу; розвиток методів та моделей проведення екологічного моніторингу; синтез методів та засобів контролю параметрів стану навколишнього природного середовища.

Мета дослідження – є підвищення рівня екологічної безпеки за рахунок удосконалення технологічного прогресу та устаткування бортового обладнання дистанційно пілотованого літального апарату.

Об'єкт дослідження – процес застосування дистанційно пілотованих літальних апаратів в системі екологічного моніторингу.

Предмет дослідження – екологічний моніторинг навколишнього середовища та зі застосуванням бортового обладнання дистанційно пілотованого літального апарату.

#### Поставлені питання

1. Провести аналіз сучасних напрямків проведення екологічного моніторингу з використанням дистанційних методів.
2. Провести аналіз структури для пошуку оптимальної роботи систем управління польотом ДПЛА при вирішенні екологічних задач.
3. Розробити науково-методичний апарат зі застосуванням бортових систем та приладів літальних апаратів для якісного проведення екологічного моніторингу.
4. Провести перевірку розробленого наукового апарату та властивостей бортових систем БПЛА.
5. Провести виміри досліджуваної території.
6. Розробити науково-практичні рекомендації для проведення екологічного моніторингу з використанням БПЛА.

Наразі прогресує автоматизоване дослідження довкілля та моніторинг навколишнього середовища. Тобто системи автоматичного дослідження та аналізу даних досліджуваних об'єктів. Одним з сучасних і діючих методів можна виділити дослідження географічними інформаційними системами (ГІС). Складаються з систем апаратно-програмованих засобів для карто-графічного моделювання, та для подальшого аналізу даних. Головними перевагами цієї системи є:

- оперативне керування інформацією;
- можливе швидке прийняття рішень;
- дає змогу комплексно та більш об'єктивно оцінити поставлені проблеми;
- оцінка інформації на більших масштабах.

За деякими оцінками, є можливість подати у вигляді ГІС інформації біля 80-90%. Саме БПЛА є одним з основних засобів у створенні картосхем і збирання інформації для використання в географічних інформаційних системах.

Новим технічним напрямом у світі є створення мультикоптерів-безпілотників. У випадку квадрокоптера, власне сам коптер є лише частиною складного багатофункціонального літального апарату. На відміну від пілотованого літального апарату дрону необхідні додаткові елементи допоміжних систем. До них належать сам безпілотник, робоча станція оператора, програмне забезпечення, лінії для передачі даних та необхідні елементи. Тенденція - робити невеликі безпілотні квадрокоптери. Основна причина такої ситуації - це просте управління та висока надійність, працездатність.

Для контролю наземних об'єктів найбільш підходящий багатороторний БПЛА з високою маневреністю і керованістю, проста конструкція і дозволяє виконувати безліч різних функцій, вимагає досить простих навичок управління та мають відносно не високу вартість.

Основою створення апарату для моніторингу довкілля виступає безпілотний літаючий апарат. Інші складові можуть різнитися в залежності від необхідної роботи, чи умов в яких ведеться дослідження.

Кількість гвинтів може впливати на стійкість польоту. Тому БПЛА, оснащений 8 гвинтами, набагато стійкіший, ніж 4 гвинтовий або, але на сьогодні

розроблені алгоритми польотів дозволяє при будь-якій кількості гвинтів підтримувати політ, навіть , якщо один з гвинтів зламається. Більшість моделей безпілотників використовують електричний мотор. Характеристики двигуна визначають максимальну дальність і час польоту. Електродвигун живиться від різних типів акумуляторів і залежить від розміру дрона. Компактна модель може перебувати у повітрі до 40 хвилин, а великі моделі можуть прослужити до 4 годин і здолати шлях до 300 кілометрів.

Основним бортовим обладнанням є :

- система управління;
- компас;
- блок GPS;
- автопілот;
- інерціальна навігаційна система;
- висотомір;
- датчики кутового положення;
- обчислювач.

Основне цільове навантаження ДПЛА:

- передавальна апаратура;
- денна камера;
- ІЧ-камера;
- передня відеокамера;
- передавальна апаратура;
- накопичувач льотних даних.

Результати дослідження.

Відбори проб були взяті у чотирьох різних точка території каньйону для визначення точного загального стану даного об'єкту.

Методика роботи:

- виділення точок забору проб;
- відбір проб;
- побудова баз даних з інформацією;

- аналіз зібраної інформації;
- прогноз розвитку екологічної ситуації;
- рекомендації , щодо охорони та збереження довкілля.



Рис.8 Картохема відбору проб

Таб. 3.1 Заміри забруднюючих речовин

Назва показника	Одиниці вимірювання	Результати вимірювання	Оцінка невизначеності вимірювань (похибка)	ГДК	НД на методи випробувань
1	2	3	4	5	6
Температура	°C	16	±0,1°C	-	МВВ 081/12-0311-06
Завислі речовини	мг/дм³	<10	±10%	25	КНД 211.4.1.039-95
Сухий залишок	мг/дм³	219	±10%	1000	МВВ 081/12-0109-03
Амоній	мг/дм³	0.73	±9%	1.0	ДСТУ ISO 7150-1-2003



Закінчення таблиці 3.1

Нітрати	мг/дм <sup>3</sup>	2,8	±25%	40	ДСТУ ISO 7890-1-2003
Сульфати	мг/дм <sup>3</sup>	57	±10%	100	МВВ 081/12- 0007-05
Залізо загальне (Fe)	мг/дм <sup>3</sup>	<0.01	±10%	0.1	МВВ 081/12- 0175-05

## ВИСНОВКИ

За даними, що були отримані внаслідок проведення досліджень можна зробити певні висновки. Ні один з досліджуваних показників не перевищив визначені значення ГДК, що є підставою вважати досліджувану територію екологічно безпечною та збалансованою.

Головним методом отримання даних виступав екологічний моніторинг з використанням ДПЛА. Завдяки збільшеній маневреності, швидкості, можна зробити висновок, що ДПЛА завдяки встановленому бортовому обладнанню дозволяє проводити вимірювання одночасно декількох змінних та у різних місцях, висоті, що дає змогу більш об'єктивно надавати екологічну оцінку.

Дрони універсальні та ефективні. Використовуються для отримання інформації про атмосферу, ґрунт та воду (включаючи важкодоступні райони). Розвиток технології виявлення за допомогою дронів дозволить для досліджень виходить не тільки велика кількість якісних даних, але й виведе перевірку даних на новий рівень. Найбільш придатними за своїми характеристиками є міні та малий БПЛА, здатний перевозити обладнання вагою до 5 кг та радіусом роботи до 30-50 кілометрів, що дозволяє регулярно пролітати, щоб керувати пристроєм на площі до 3000 квадратних кілометрів. Наразі дана технологія знаходиться на стадії розробки і потребує підтримки зі сторін держави та компаній.

## СПИСОК БІБЛЮГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 Герасимов И. П. Научные основы мониторинга окружающей среды Мониторинг состояния окружающей природной среды. – Л., 1977. – С. 41–52.
- 2 Герасимов И.П. Научные основы современного мониторинга окружающей среды Изв. АН СССР. Сер географ. – 1975. – № 3. – С. 13– 25
- 3 Екологічний моніторинг довкілля [Електронний ресурс] – URL до ресурсу: <https://ecologyknu.wixsite.com/ecologymanual/10-11>.
- 4 Зинченко О.Н. Беспилотный летательный аппарат: применение в целях аэрофотосъемки для картографирования [Електронний ресурс] О.Н. Зинченко. – URL: <http://www.racurs.ru/?page=681>
- 5 Зорін Д. О. ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ПРИРОДООХОРОННИХ ТЕРИТОРІЙ [Електронний ресурс] Д. О. Зорін. – 22. – Режим доступу до ресурсу: <http://elar.nung.edu.ua/bitstream/123456789/2186/1/11>
- 6 Класифікація UVS International [Електронний ресурс]. – URL: <http://helpiks.org/6-70010.html>.
- 7 Про затвердження Методики оцінки ефективності реалізації регіональних природоохоронних та державних (загальнодержавних) цільових екологічних програм [Електронний ресурс]. – 25. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z2146-12>
- 8 Yarovyi O. Системи управління безпілотними літальними апаратами для здійснення моніторингу наземних об'єктів / О. Yarovyi // Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць. – Полтава: ПНТУ, 2018. – Т. 3 (49). – С. 33-38. – doi:<https://doi.org/10.26906/SUNZ.2018.3.033>.
- 9 Функціонування державної системи моніторингу довкілля [Електронний ресурс]. – 2. – URL: <https://menr.gov.ua/content/ekologichniy-monitoring-dovkillya.html>
- 10 Екологічний моніторинг довкілля [Електронний ресурс] – URL: <https://ecologyknu.wixsite.com/ecologymanual/10-ekologichnij-monitoring-dovkilliy>
- 11 Федосеева Н. А. Перспективные области применения беспилотных летательных аппаратов [Електронний ресурс] / Н. А. Федосеева, М. В. Загвоздкин. – 2016. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivnye-oblasti-primeneniya-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov>